

PAT-NO: JP402245490A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 02245490 A

TITLE: VARIABLE SPEED SCROLL COMPRESSOR

PUBN-DATE: October 1, 1990

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SHIIBAYASHI, MASAO

IBARAKI, YOSHIKI

SUEFUJI, KAZUTAKA

ARATA, TETSUYA

TOMITA, YOSHIKATSU

MIZUNO, TAKAO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

HITACHI LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP01066194

APPL-DATE: March 20, 1989

INT-CL (IPC): F04C018/02, F04C029/04

US-CL-CURRENT: 418/55.2, 418/55.6 , 418/97

ABSTRACT:

PURPOSE: To prevent scuffing at sliding sections and extend capacity control range by injecting a high-pressure liquid refrigerant into the compression chamber of a compressor which is provided with a fixed scroll and a turning scroll made of mutually different materials and driven by an inverter to regulate the expansion of both scrolls.

CONSTITUTION: A closed container 1 incorporates a compressor 100, and is divided into a delivery chamber 1a and electric motor chambers 1b and 1c. A fixed scroll member 5 made of cast iron material and consisting of an end plate and a lap is provided with a delivery port 10 at its center and a suction port 16 on its outer periphery. A fine hole 5g for injecting fluid is drilled through the end plate 5. The turning scroll member 6 made of aluminum alloy,

etc. is provided with an end plate 6a and a lap. A high-pressure liquid refrigerant is reduced in its pressure, led from a circuit 109 through the fine hole 5g, and injected into a compression chamber 7. A lubricating oil 22a is also cooled by this refrigerant gas. By this, mutual contact between both scroll laps made of mutually different materials can be prevented, thus reliability can be maintained and capacity control range can be extended.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

⑬ Int.Cl.⁵F 04 C 18/02
29/04

識別記号

3 1 1 X
L

庁内整理番号

7367-3H
7532-3H

⑭ 公開 平成2年(1990)10月1日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全9頁)

⑮ 発明の名称 可変速スクロール圧縮機

⑯ 特 願 平1-66194

⑰ 出 願 平1(1989)3月20日

⑱ 発 明 者 椎 林 正 夫 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研
究所内⑲ 発 明 者 茨 木 善 朗 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研
究所内⑳ 発 明 者 末 藤 和 孝 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研
究所内㉑ 発 明 者 荒 田 哲 哉 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研
究所内

㉒ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉓ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

可変速スクロール圧縮機

2. 特許請求の範囲

1. 鏡板と該鏡板に直立して設けられた渦巻き状のラップとからなる固定スクロール部材、および、鏡板と該鏡板に直立して設けられた渦巻き状のラップとからなり且つ上記固定スクロール部材とは材質の異なる旋回スクロール部材を備え、これら両スクロール部材を互にラップを内側にして噛み合せ、固定スクロール部材に対して旋回スクロール部材を自転なしに旋回運動させるように構成したスクロール圧縮機を冷凍装置に組み込み、インバータにて前記圧縮機を駆動する可変速スクロール圧縮機において、高压液冷媒を圧縮室に往入する液インジェクション機能を備え、両スクロール部材の膨張係数の相違によつて生じるスクロール鏡板の軸方向変位を抑制するとともに広い容量制御幅を実現したことを特徴とする可変速スクロール圧縮機。

2. 圧縮機の吐出しガス温度を液インジェクション配管に設けた電子式膨張弁の弁開度により調節するようにし、駆動周波数に応じて液インジェクション流量比(インジェクション流量と低压吸入側の冷媒流量との比)を可変にせしめたことを特徴とする特許請求範囲第1項記載の可変速スクロール圧縮機。

3. 固定スクロールの鏡板部に設けたインジェクション用細孔がラップ歯厚より小径で、該穴はスクロールラップ側壁の近傍に単数個設けており、吐出圧力側と主軸のクランク角にして約100度前後連通した位置関係にあることを特徴とする特許請求の範囲第1項または第2項記載の可変速スクロール圧縮機。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、冷凍空調用・冷蔵庫用等の冷媒圧縮機として用いられるスクロール圧縮機に関する。

(従来の技術)

従来のスクロール圧縮機は、特開昭61-126396

号公報に記載のように、固定スクロール鏡板に液冷媒注入用穴を複数個設け、この穴から冷凍装置側の液冷媒を注入し、圧縮機吐出ガス温度の低減を図った例が開示されている。

〔発明が解決しようとする課題〕

近年ではスクロール圧縮機をインバータにて駆動し、圧縮機の冷媒流量を調節する機運が高まっている。

上記従来技術においては、運転周波数の範囲が30Hzから120Hz前後と容量制御幅として1:4とその制御幅が比較的小さい。この容量制御幅を1:10とより大きくしたい場合を適正な液冷媒流量の制御法またはスクロール圧縮機により高速化に対する適正な圧縮機構造に関して問題があつた。

本発明では圧縮機の高速化を達成するため旋回スクロールの材質としてアルミニウム合金などの軽合金を使用し、一方固定スクロール側には鋳鉄材を用いている。このような異なつた材質の組合せの場合には両者の線膨張係数、摺動特性のちが

ることに及んでいる。この油による吸入ガスの加熱作用は低い周波数領域で大きくなる。また、容量制御幅が拡大することによりモータの回転数範囲も拡大する。これにより低速領域でのモータ効率が悪化し、発熱が増大し、圧縮機内部の温度上昇をもたらす、上述した悪影響が出てくる。上記現象は異質材を組合せ運転範囲を拡大したことによる新しい技術課題となつている。第6図は容量制御幅を1:10前後にするとときの技術課題（上記の性能低下と関わる吸入室での内部加熱度 ΔT_s と背圧室の圧力 P_s の変化）のちがいを従来機の場合と比較して示したものである。第6図から、今回の発明の対象としている容量制御幅の拡大にともない前記した技術課題（温度上昇にともなう性能低下等）、特に低い周波数領域で大きな問題となる。特に、旋回スクロールのアルミニウム化に伴い、第7図に示すように圧縮機本体などの冷却の必要な範囲は従来機に対して広範囲にわたる。本発明では上記技術課題を解消することを目的とする。

いなどから圧縮機の作動室の温度が上昇しやすくなり、性能面と信頼性の両面で悪い作用のあることを実験的に突きとめた。そのことを第5図と第6図をもとにして説明する。従来機では両スクロール部材とも鋳鉄材など使用しており、同質材のため熱膨張による部材の熱変形量は同程度となる。このため第5図に示すように吐出ガス温度 T_d の温度に無関係に従来機のは性能（全熱効率）が一定となつている。これに対して本発明の対象としている異質材の組合せの場合は T_d が上昇すると性能が大きく低下してゆく。これは旋回スクロール6の鏡板の軸方向変位 W_s が T_d が上昇とともに増加し、このことが圧縮性能を低下せしめている。温度上昇にともない例えば旋回スクロール側のラップ先端部が相対的に伸びて相手側の歯底面と摺動接触して機械損失が増加すること、また鏡板変位 W_s の増大にともない背圧室（第2図中の41）の油が鏡板外周部を介して吸入室5fに大量に漏れ込み、そのため吸入冷媒ガスが加熱を受けて圧縮機の吸込み量（体積効率）が低下す

〔課題を解決するための手段〕

上記目的は広い周波数範囲でも高い圧縮性能を得ること、また旋回スクロールの鏡板挙動の安定化を図るため、圧縮機全体の適正な冷却法を開示することにより達成される。

すなわち、本発明の特徴は、鏡板と該鏡板に直立して設けられた溝巻き状のラップとからなる固定スクロール部材、および、鏡板と該鏡板に直立して設けられた溝巻き状のラップとからなり且つ上記固定スクロール部材とは材質の異なる旋回スクロール部材を備え、これら両スクロール部材を互にラップを内側にして噛み合せ、固定スクロール部材に対して旋回スクロール部材を自転なしに旋回運動させるように構成したスクロール圧縮機を冷凍装置に組込み、インバータにて前記圧縮機を駆動する可変速スクロール圧縮機において、高圧液冷媒を圧縮室に注入する液インジェクション機能を備え、両スクロール部材の膨張係数の相違によつて生じるスクロール鏡板の軸方向変位を抑制するとともに広い容量制御幅を実現したこと

ある。

本発明の他の特徴は、圧縮機と冷媒の流れ方向を切換えを四方弁と室内外の熱交換器及びメイン配管内の圧高液冷媒を減圧させる減圧装置を備えるとともに吐出ガスを冷却するための液冷媒インジェクション配管を有した冷凍装置において、冷房運転時と暖房運転時の場合により圧縮機の吐出しガス温度あるいは吐出しガス温度のスーパーヒート量を異なつた値に設定するとともに、該吐出しガス温度の制御を液インジェクション配管に設置した電子式膨張弁により行なわせるようにしたことにある。

(作用)

本発明では高圧液冷媒を減圧して圧縮室にインジェクションを行ない、その冷媒流量を電子膨張弁を用いて制御するものである。この場合冷媒流量は、吐出しガス温度あるいは圧縮機下部の油温度を感熱部でもつて検知し、それらの温度を基にして制御するものである。第2図に示すようなスクロール圧縮機では底チャンバの油は圧縮機内部

を循環しており、上記した冷却法により油の温度を下げるができる。油の温度を下げることににより、背圧室から吸入室に漏れ込む油の量を抑えらるとともに油による吸入ガスの加熱を下げるができる。

(実施例)

以下、本発明の一実施例を図により説明する。

第1図はインバータ200により駆動される圧縮機100が液インジェクション回路107、109を備えた冷凍装置に組み込まれた実施例である。80は四方弁で冷媒ガスの流れを切り換える役目をする。103と105はメイン冷媒配管である。102は室外側熱交換器、104は減圧装置(絞り機構部)、106は室内側熱交換器である。第1図では冷房運転時(冷房モード)での冷媒の流れを矢印でもつて表示している。なお201は電源部である。第2図と第3図に液インジェクション機能を備えた可変速スクロール圧縮機の構造を示す。第2図において、密閉容器1内

納されている。そして、密閉容器1内は上部室1a(吐出室)と電動機室1b、1cとに区画されている。

圧縮機部100は固定スクロール部材5と旋回スクロール部材6を互に噛合せて圧縮室(密閉空間)7を形成している。固定スクロール部材5は、自己潤滑性に比較的優れている鋳鉄材(以下「FC材」と称する。)を用い、該円板状の鏡板5aと、これに直立しインポリユウト曲線あるいはこれに近似の曲線に形成されたラップ5bとからなり、その中心部に吐出口10、外周部に吸入口16を備えている。また鏡板5aには液インジェクション注入用細孔5gが貫通している。細孔5gの具体的な位置については第3図に示す。細孔5gは固定スクロールラップ5bの内側曲線に沿つて吐出口10に比較的近い部分に1個設けている。冷媒ガス及び圧縮機全体の冷却に際しては上記細孔は1個で十分である。図の細孔5gの位置は吐出圧力側とクランク回転角にして約100度前後逆進した位置関係となつている。この穴位置は可変

速スクロール圧縮機の場合の性能面及び冷却面から適正な位置となる。旋回スクロール部材6は円板状の鏡板6aと、これに直立し、固定スクロールのラップと同一形状に形成されたラップ6bと、鏡板の反ラップ面に形成されたボス6cとからなっている。該旋回スクロールの材質は、圧縮機の高速化を実現するためアルミニウム合金(以下「Al合金」と称する。)などの軽合金としている。これは、高速になると、旋回スクロールに作用する遠心力が増大しこの力が旋回軸受への荷重増大

(軸受面圧の過大化)を防ぐためである。また、Al用旋回スクロールとすることにより遠心力の低減に伴い該旋回スクロールの鏡板挙動(軸方向の微小変位)が安定化するというスクロール圧縮機固有の効果が表われる。フレーム11は中央部に軸受部を形成し、この軸受部に回転軸14が支承され、回転軸先端の偏心軸14aは、上記ボス6cに旋回運動が可能ないように挿入されている。

またフレーム11には固定スクロール部材5が複数本のボルトによつて固定され、旋回スクロ

ル部材6は、アルミニウム合金を地金としてアルミ材同志の摺動性に適正な表面処理（カニゼンメツキ処理等）を施したオルダムリングおよびオルダムキーよりなるオルダム機構12によつてフレーム11に支承され、旋回スクロール部材6は固定スクロール部材5に対して、自転しないで旋回運動をするように形成されている。回転軸14には下部に、ロータ3bに固定された電動機軸14bを一体に連結し、電動機部3を直結している。固定スクロール部材5の吸入口16には密閉容器1を貫通して垂直方向の吸入管17が接続され、吐出口10が開口している上部室1aは通路18a、18bを介して上部電動機室1bと連通している。この上部電動機室1bは電動機ステータ3aと密閉容器1側壁との間の通路19を介して下部電動機室1cに連通している。また上部電動機室1bは密閉容器1を貫通する吐出管20に連通している。

なお、11aは電動機3をフレーム側に固定するためのフレーム足座部である。

開示されているので詳細な説明を省略する。

次に第8図を用いて潤滑油の流れについて説明する。

潤滑油22aは密閉容器1の下部に溜められる。主軸14の下端は容器底部の油中に浸漬し、主軸上部には偏心軸部14aを備え、該偏心軸部14aが旋回軸受39を介して、スクロール圧縮要素部である旋回スクロール部材6と係合している。主軸14には、各軸受部への給油を行うための中心縦孔13が主軸下端から主軸の上端面まで形成される。13aは主軸下端と底部22の油槽部を連ねる揚油管である。偏心軸部14aの下部には、旋回スクロールボス部6cの先端面を対向せる主軸受上部にバランスウエイト8が、主軸14と係合し一体化して形成されている。潤滑油22a内に浸漬された揚油管13aの下端は高圧の吐出圧力 P_d の雰囲気であり他方、下流となる旋回軸受39及び主軸受40のまわりは、中間圧力 P_m の雰囲気にあるため、 $(P_d - P_m)$ の圧力差によつて、容器底部の潤滑油22aは中心縦孔13内

22は密閉容器底部の油溜りを示す。尚図中実線矢印は冷媒ガスの流れ方向、破線矢印は油の流れ方向を示す。

上記密閉容器1は上部鏡板2a、胴体部2b、下部鏡板2cで形成されている。主軸受部40には、油膜切れに対しては信頼性の高いころがり軸受を用いている。

旋回スクロール部材6の背面とフレーム11で囲まれた空間41（これを「背圧室」と称する）には、旋回、固定の両スクロールで形成される複数の密閉空間内のガス圧によるスラスト方向のガス力（この力は、旋回スクロール部材6を下方に押し下げようとする離反力となる。）に対抗するため吸入圧留（低圧側圧力）と吐出圧力の中間の圧力（記号 P_m で示す）が作用する。この中間圧力の設定は、旋回スクロール6の鏡板6aに細孔6dを設け、この細孔を介してスクロール内部のガスを背圧室に導き旋回スクロールの背面にガス力を作用させて行う。この中間圧力のかけ方は特開昭53-119412号及び特開昭55-37520号等にて

を上昇する。このように、各軸受部への給油は、中心穴給油による差圧給油等によつて行っている。

中心縦孔13内を上昇した潤滑油22は、補助軸受9と9'及び、主軸受40へ給油されるとともに偏心軸部14aの上部空間（旋回スクロールボス部6cのボス部底面と偏心軸部14aの上端面との隙間の部分の油圧室を介して旋回軸受部に給油される。

各軸受部39、40に給油された油は、背圧室41に至る。背圧室に流入した油は冷媒ガスと混合し、背圧孔6dを介して圧縮室7に流出する。一方背圧室の油は隣の旋回スクロールの側部空間11fに移動し、再び背圧室に戻ったり、両スクロールの鏡板摺動面に浸入しそのあと吸入室5fに排出する。このように背圧室の油は吸入室ひいては圧縮室に移動する。高温の油が冷媒ガスと混合されると、冷媒ガスは加熱されてその温度が上昇することとなる。なお圧縮室に至った油は、冷媒ガスとともに加圧され、また複インジェクション用細孔5gより注入された冷媒ガスと一緒にな

つて冷やされ、固定スクロール5上方の吐出室1aさらに電動機室1bへと移動する。この電動機室で冷媒ガスと油は分離され、油はチャンバ下部に落下し、再び各摺動部に供給される。このように油22aは圧縮機内部を循環しており、油の温度は圧縮機全体の温度レベルに影響を及ぼす。

第2図において液インジェクション配管107、109に設けた減圧装置として流量制御の範囲が広くてきめの細かい制御が可能な電子式膨張弁145を使っている。電子式膨張弁145の冷媒流量の制御は吐出管95の温度(吐出しガス温度 T_d)を感熱部146にて検知し空調制御部155を介して該膨張弁145の弁開度を設定して行なう。その T_d の温度の高さあるいは吐出ガス自体の加熱度(スーパーヒート量)を一定になるように液インジェクション配管107を流れる液冷媒量を決める。すなわちインジェクション流量でもって T_d のスーパーヒート制御を行うものである。実用的には吐出しガス温度のスーパーヒート量SH(T_d)は20~30度前後が適正である。具体的

な T_d の制御法は第10図に示した。

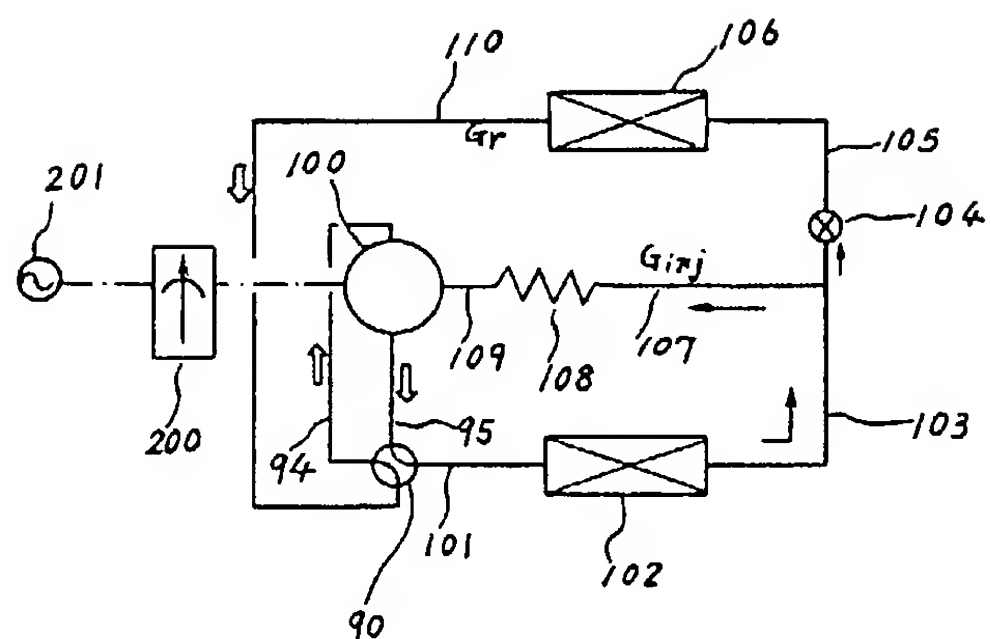
第4図は、圧縮機底部22の油22aの温度を感熱部161で検知するとともに、上記した吐出しガス温度 T_d の両者でもって適正な液冷媒流量(インジェクション流量 G_{inj})を制御した実施例である。155は空調制御部でA/D変換器などのインタフェースとマイコン部(演算回路部)とから成っている。該空調制御部155は温度の検知部151、161と制御弁150とが連動するよう働きかける機能を備えている。スクロール圧縮機の場合、前記したように油22aが内部を循環しており、油の温度を基にしてインジェクション流量を設定することにより、スクロール部材の温度調節ひいては圧縮機全体の温度調節がより正確に行なえる。底チャンバの油の温度と吸入ガスの加熱度の大きさとは相関のあることが実験的に解明され、油の温度ひいては背圧室内の油を冷却することにより上記した吸入ガスの加熱を大幅に低減することができる。圧縮機が高速化すると、液冷媒注入用細孔5gの開口時間が低速時に比べ

て短くなるため今迄みられたキャピラリチューブによる冷媒制御では適正な T_d 制御ができない。本発明の電子式膨張弁145によれば制御性がよいので高速運転時においても充分な冷却が可能となる。

第8図と第9図をもとにして、本発明の作用・効果を説明する。第8図において従来機は破線に示すように容量制御の幅が比較的狭いため、液インジェクション流量比 ϕ (液インジェクション流量 G_{inj} と吸入配管84を流れる吸入ガス流量 G_r との比)は0.2前後であり、この場合は圧縮機入力、体積効率など圧縮機特性は変わっていない。一方、本発明の対象としている低い周波数領域、例えば $H_c = 15 \text{ Hz}$ のときには、インジェクション流量比が $\phi = 0.8 \sim 0.9$ 前後と相対的にインジェクション流量を増大させているので、冷却効果の発揮とともに各性能値が飛躍的に向上している。図では $\phi = 0$ のときの値をもとにして各性能を比率で表わしている。特に体積効率 η_v の向上が顕著となつている。この冷暖房能力の向

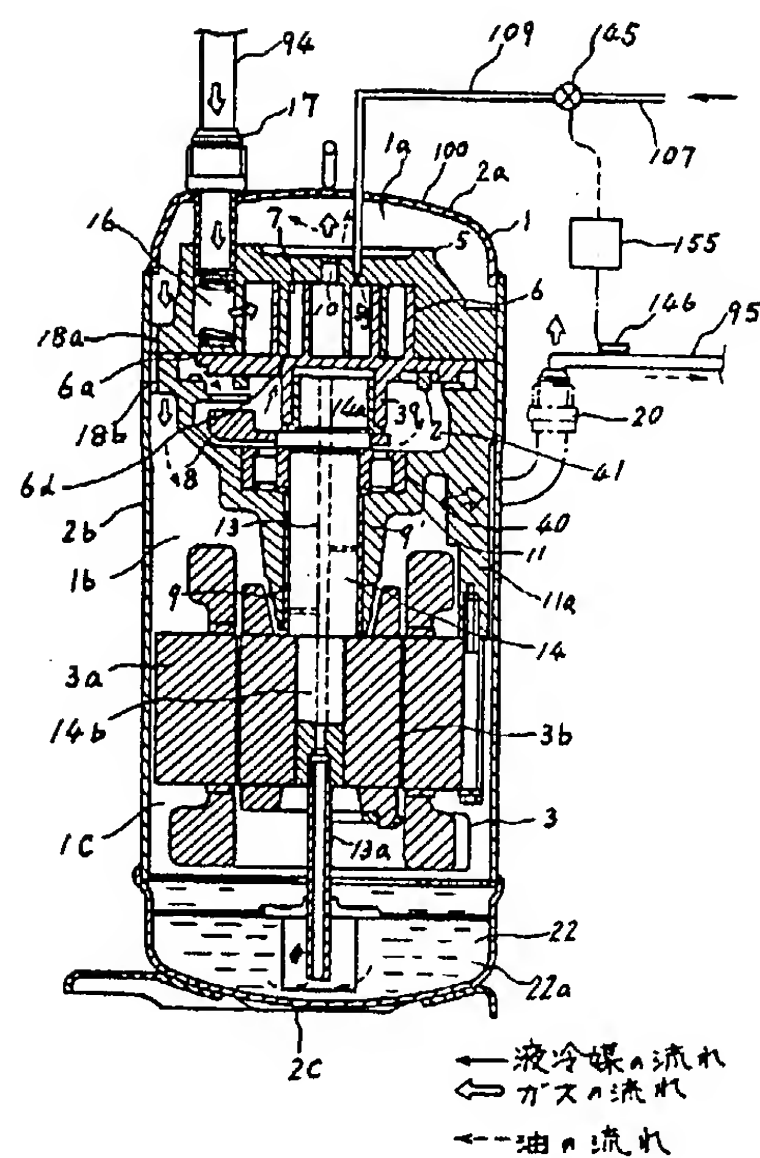
上は、低速周波数になるとインバータ用電動機の効率が悪化してそのため圧縮機の熱負荷が増加すること、またそのことによる液インジェクション量が相対的に増大していることによる。これらの具体的な性能向上は、圧縮機内の油もしくは冷媒ガスの冷却にともない旋回スクロール側の相対的な熱変形を抑えることにより、両スクロールのラップ先端部が接触することがなくなり機械損失が減少すること、また旋回スクロールの変位 W_c が小さくなり背圧室内の油に起因した吸入ガスへの内部加熱度が低下した効果によるものである。これらの作用・効果は容量制御幅を1:10にしたこと、また低周波数域での電動機特性と直接関わっていることであり、従来技術では予期しえない本発明の固有の作用・効果となる。第9図は従来機のものと比較して本発明の容量制御幅を示した説明図である。従来機の場合は低速域で冷媒流量 G_r の低下が大きく、これに対して本発明の場合は液インジェクションの冷却作用が大きく効果を発揮し、より広い容量制御幅がとれることが分か

第 1 図

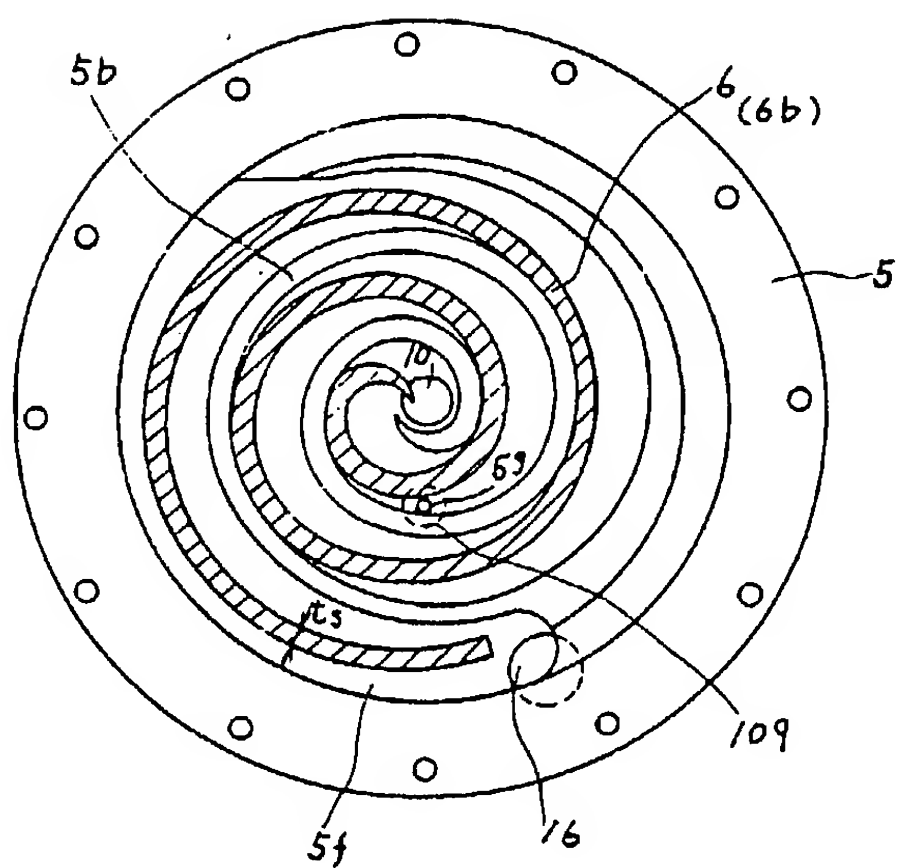


⇒ ガスの流れ方向
→ 液冷媒の流れ方向

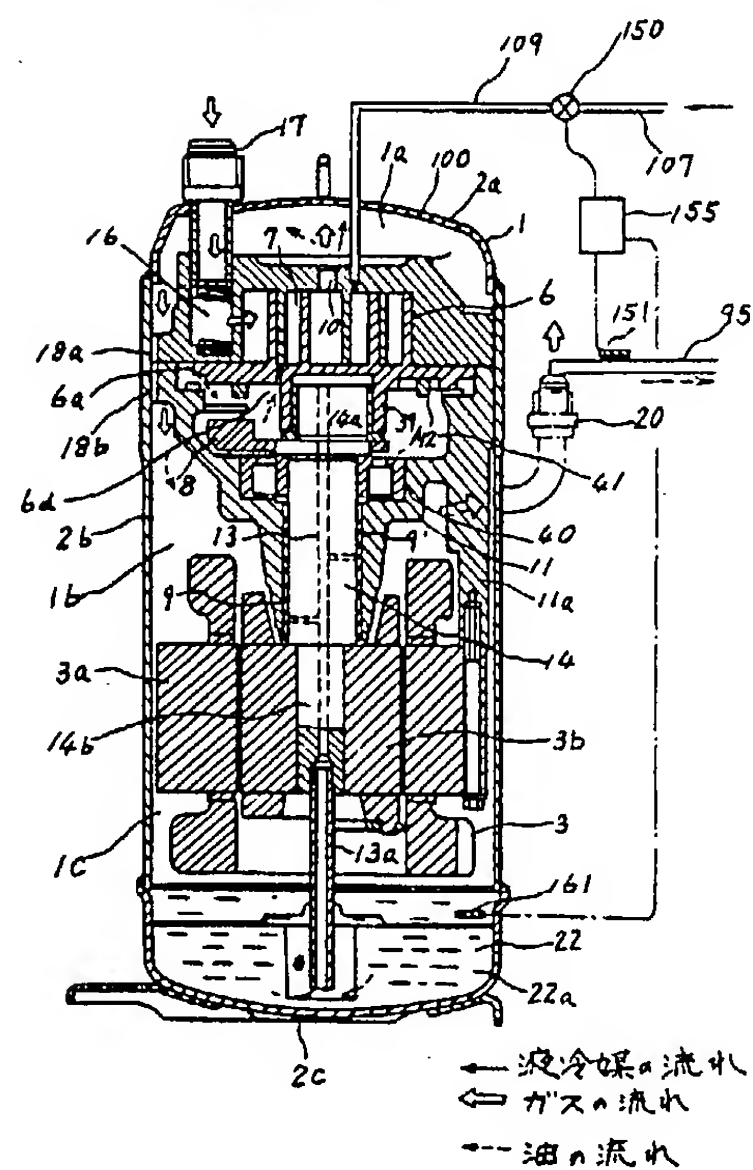
第 2 図



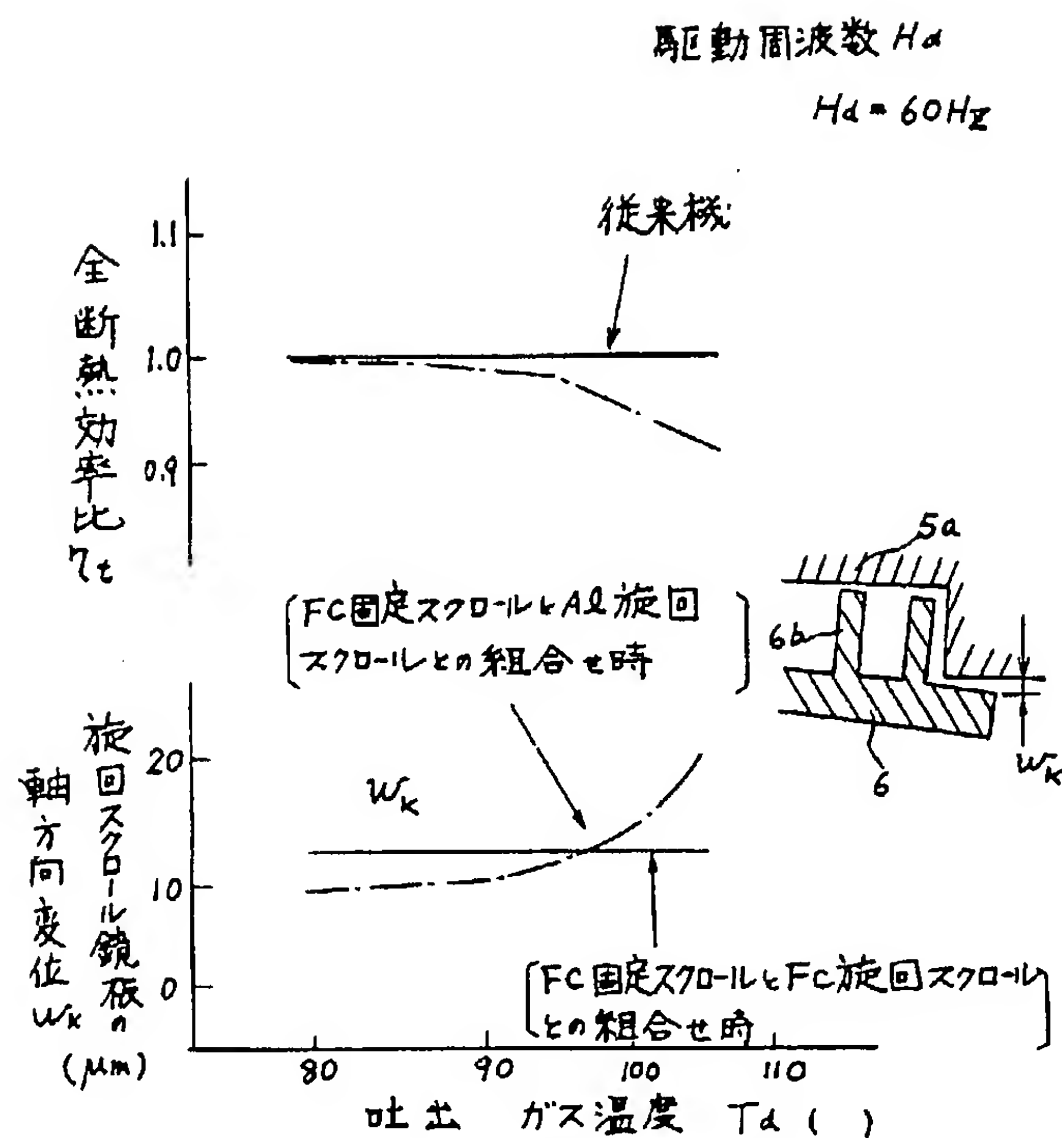
第 3 図



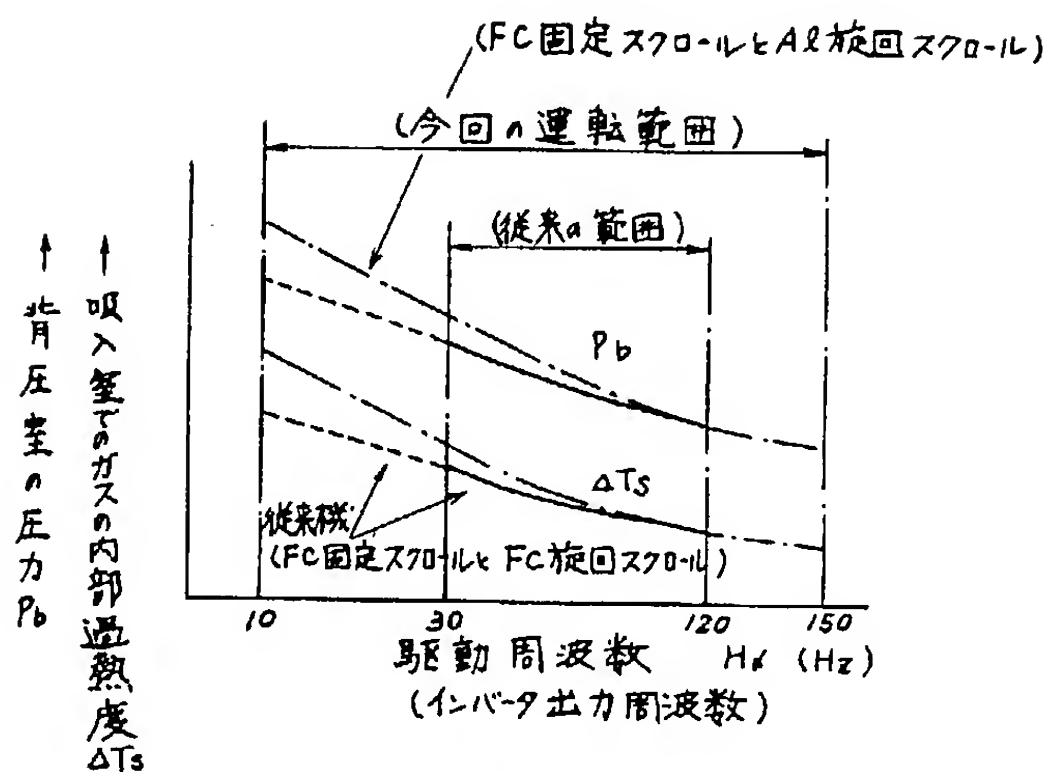
第 4 図



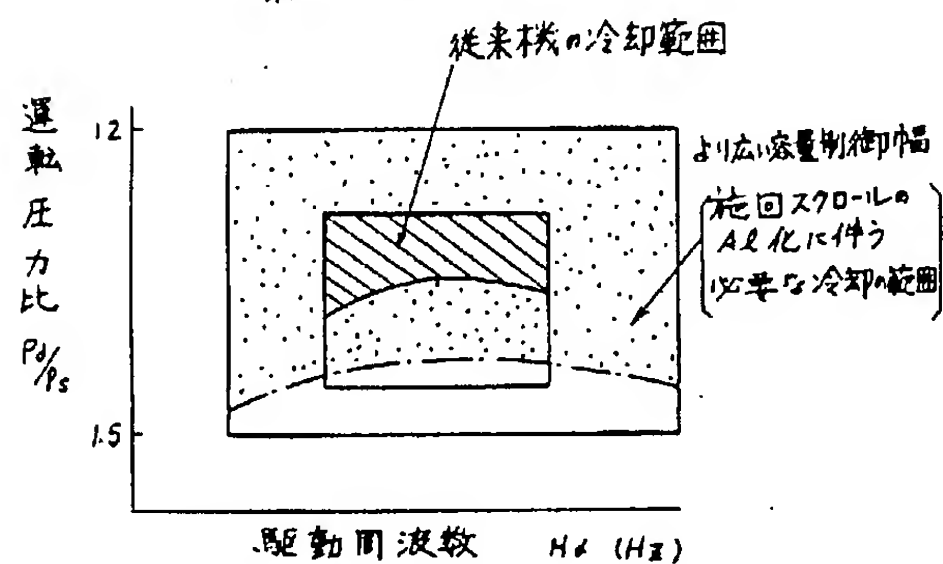
第 5 図



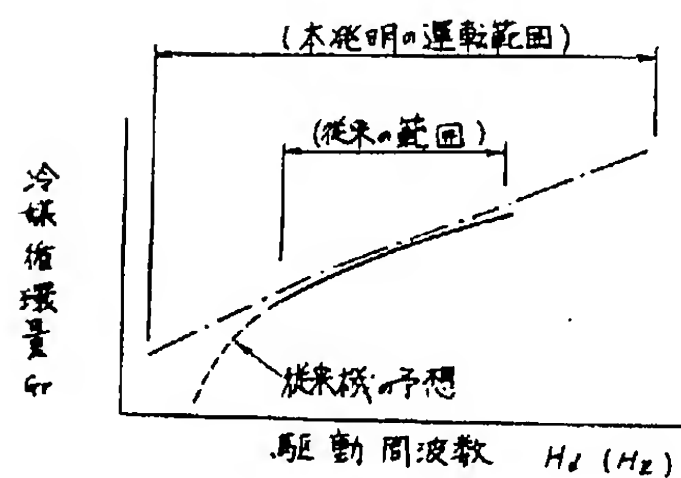
第 6 図



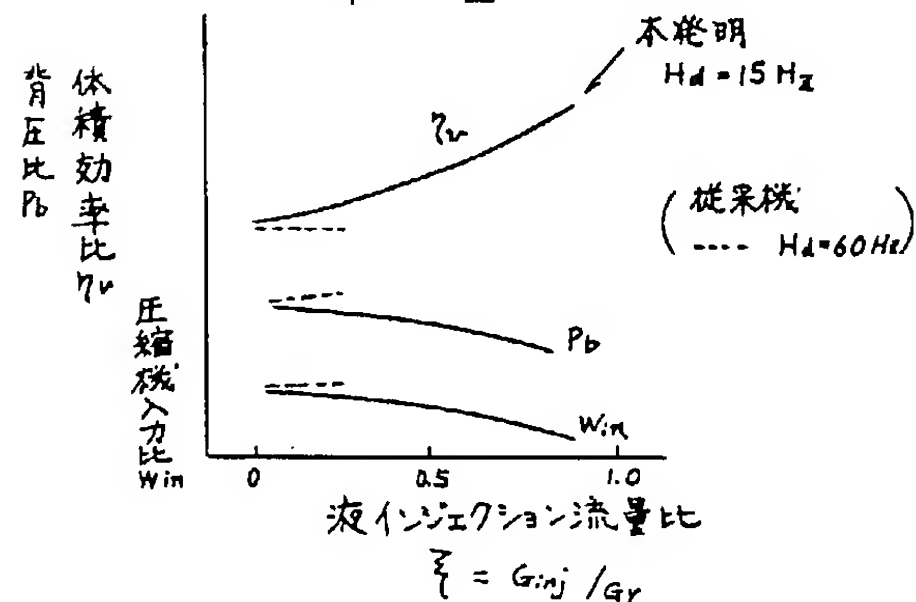
第 7 図



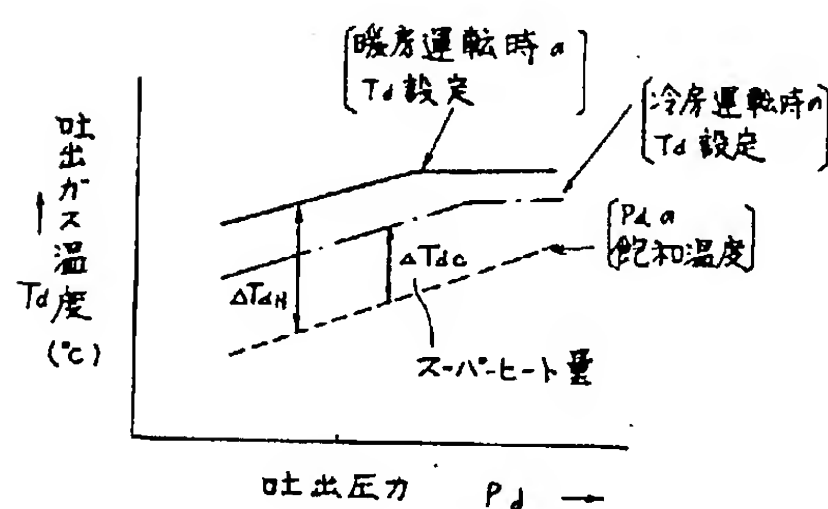
第 9 図



第 8 図



第 10 図



第1頁の続き

⑦発明者 富田 好勝 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

⑧発明者 水野 隆夫 静岡県清水市村松390番地 株式会社日立製作所清水工場内